

若狭湾湾口部の6月期に見られる底層内部波の特性

著者	大竹 巨哉
雑誌名	環日本海域環境情報のデータベース構築に関するワークショップ
ページ	33-37
発行年	2005-06-06
URL	http://hdl.handle.net/2297/5518

若狭湾湾口部の 6 月期に見られる底層内部波の特性

大竹 臣哉 (福井県立大学生物資源学部)

1. はじめに

日本海の海洋構造にかかわるデータベース構築の必要性、またどのようなデータが必要であるかデータの質を論議するため、環境を利用する側にある水産の立場から話題提供する。現在、日本海の海洋環境に関する情報は、独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所のホームページに示される NOAA 衛星による水温分布で、衛星状態にもよるが、ほぼ毎日提供される。また、海区水産研究所、海上保安庁水路部、および海洋气象台から収集した観測データを日本海洋データセンター (JODC) が編纂し、水温、塩分、流れ、波浪、水質、プランクトンデータが公開されている。ただし、気象庁の観測水深のみのデータであり、また不連続な観測結果であり、空間的・時間的連続性は期待できない。その場合、有料ではあるが、社団法人漁業情報サービスセンターを利用することとなる。

このような背景の中で日本海の海洋構造の特徴である日本海固有冷水が水深 200m 付近でどのような挙動を示すか、水産生物の稚魚が多い時期に当たる 6 月期を中心に、物理環境と生物環境にかかわる水質について、福井県水産試験場との共同調査を行ったのでその結果を紹介する。

2. 現地調査

現地調査は、時間変化を明らかにするため係留系を用いた観測と、空間変化を明らかにするため福井県水産試験場所有の福井丸で CTD による水温・塩分観測を行った。観測地点を図 1 に示す。図中の St.1～3 については図 2 に示す係留系を使った連続観測を、図中の○点は、福井丸による観測地点で 36 点に及ぶ。

係留系は、図 2 に示すように St.2 では、サーミスターチェーン(AANDRATR-7)を 210m～230m, 170m～190m に設置した。150m～60m までの 90m 間では 10m おきに水温計(アレック電子 MK-T)を設置した。また、流速計(アレック電子 ACM16M)を 160m, 200m に設置した。この流速計には水温計と塩分計を取り付けた。St.1 および 3 には流速計のみを 160m, 200m に設置した。それぞれの測定間隔は 30 分とした。

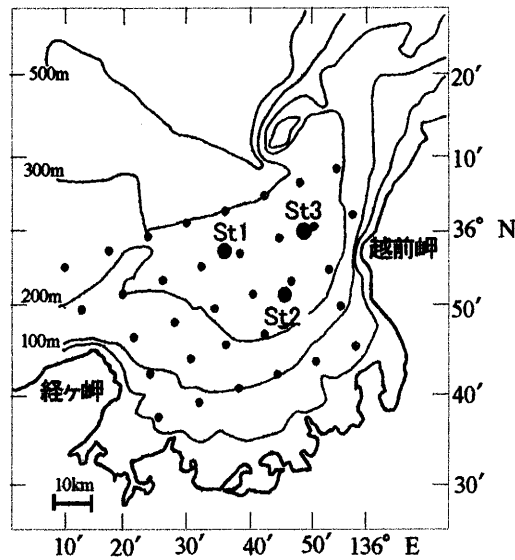


図1 係留系の設置地点(St.1-3)と船による観測点

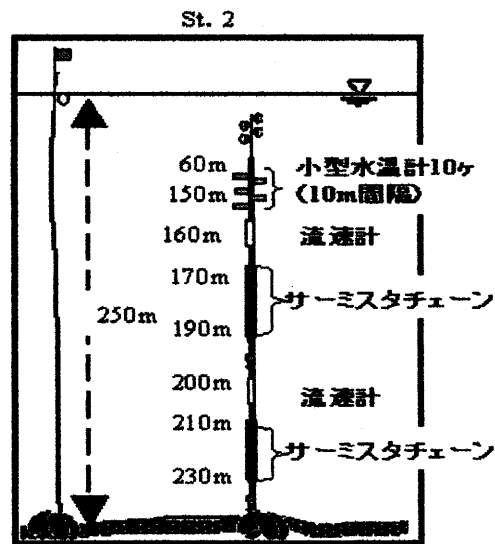


図2 係留系(St. 2)

係留系による観測は2001年6月6日～8月6日、2002年4月12日～8月1日とした。

また、船による観測は2002年6月に3日間～5日間隔で、4回行った。そこで、採水と魚群探知機によるエコーの連続記録を観測した。この観測にかかる時間はほぼ24時間である。魚群反応は、広域観測と同時に6月20日に魚群探知機を使って行い、映像を湿式記録紙に記録し、持ち帰って反応の濃淡を画像処理で処理し、5段階に分離した。

3. 観測結果

3.1) 係留観測による流れの変動

流速は、2001 年の場合、断続的に湾内(南流)へ流入する様子がみられ、160m 層では 20cm/s を越える流れも観測された。160m 層と 200m 層では同じ変化を示した。2002 年でも 2001 年と同様断続的に湾内へ流れる傾向が見られた。しかし、流速は St. 2 および 3 の 200m 層で大きい値を示し、70cm/s を越える場合も観測され、湾内への流入が卓越していた。解析はこれまでと同様に調和解析を行ったが、潮流成分は最大でも 0.2cm/s 程度と極めて小さい。しかし、恒流成分は St. 2 の 200m 層で 2002 年に 25cm/s と大きな値を示した。この流速について回転スペクトルを求め、卓越周期を求めると、両年とも近慣性周期にあたる 17 時間周期が見られた。また、この近慣性周期の運動は反時計回りであることが回転スペクトルから判断できた。

3.2) 係留観測による水塊の変動

水塊の運動を解析するため、密度分布に変換する必要がある。塩分がほぼ安定していることから、CTD 観測結果による密度と水温の相関関係を求め、水温から密度を求めた。これにより、St. 2 における水温計およびサーミスターチェーンによる鉛直観測記録を整理した。水深 200m 層を上下する σ_t 26.0, 26.5, および 27.0 面について 2001 年と 2002 年の両年の周波数解析と、最小 2 乗法を用いて卓越周期の波高を求め、5%の危険率で検定した。結果を表 1 に示す。計算では全期間と 2002 年の計測期間中出现した暖水塊の通過後の期間で行った。また、その計算期間にあわせて 2001 年も計算した。

23 日間で計算した σ_t 26.0 面について比較する。2001 年では平均水深が 93m と比較的浅く、周期は近慣性周期が卓越している。2002 年でも 128m と浅い。全期間を通じても 117m とほぼ 120m 程度に見られる。発生周期は 12 時間から 31 時間と 2001 年同様近慣性周期が卓越する。すなわち、 σ_t 26.0 面は水深 100m 前後で近慣性周期が卓越し、波高が 7m 程度の波動が見られることがわかる。一方、 σ_t 26.5 面、27.0 面を同様に比較する。平均水深は 26.5 面の 2001 年では 180m、2002 年で 154m、27.0 面ではそれぞれ 200m、188m とほぼ同水深となっている。発生周期は 204 時間、170 時間、そして 102 時間といった長周期と近慣性周期の 2 つの周期が卓越していた。波高は長周期で 11m~13m を超える。すなわち、これらの密度面は若狭湾の海底付近の海洋構造を示し、長周期と近慣性周期の 2 つの波動が出現していることが認められ、100m で示された表中層の波動との違いがあることがわかった。これは、表中層では対馬暖流や風の影響を受けた運動系であることに対し、中下層では、表中層の影響と日本海固有水の運動の影響を受けていると推察される。2001 年と 2 年で同様の結果が現れているのは、春から夏にかけての海洋構造がほぼ同じになるものによると推察される。

2001 年 6/6-7/14 (23 日間で再計算)								
$\sigma t=26.0$			$\sigma t=26.5$			$\sigma t=27.0$		
周期(h)	波高(m)	位相遅れ(hr)	周期	波高	位相遅れ	周期	波高	位相遅れ
23.3	2.9	-5.5	204.4	13.7	85.7	204.5	11.1	80.1
17.3	2.0	7.6	170.0	7.2	18.8	170.0	4.2	24.0
13.3	2.9	-4.0	20.9	1.6	-8.2	22.0	2.3	10.5
			14.2	2.0	-5.7			
平均水位 93.4m			平均水位 181.0m			平均水位 202.1m		
2002 年 7/8-7/31 (暖水塊通過後で再計算)								
$\sigma t=26.0$			$\sigma t=26.5$			$\sigma t=27.0$		
周期(h)	波高(m)	位相遅れ(hr)	周期	波高	位相遅れ	周期	波高	位相遅れ
31.9	3.3	11.6	102.2	12.0	8.8	204.5	13.2	-65.0
24.3	1.8	10.8	31.9	2.6	6.5	46.5	2.0	-2.1
20.0	1.0	8.3	17.0	2.4	6.0	31.9	2.0	7.1
12.5	2.0	3.5				15.5	2.3	-3.1
平均水位 128.4m			平均水位 154.4m			平均水位 188.6m		

表 1 各期間中に密度面ごとに卓越した周期とその時の推定波高

3.3) 水塊の移動

2002 年 6 月に集中して行われた若狭湾のほぼ全域にわたる観測結果から σt 26.0, 26.5, 27.0 面の平面分布を作成した。結果の一部として図 3 に σt 26.5 面を示す。図で 6 月 17 日から 20 日にかけて 180m の暖水渦が東に進んでいる事がわかる。この渦の中心位置の移動速度を各面で求めると、0.13~0.16m/s となった。この数値は、内部陸棚波の波速を求めると 0.10~0.17m/s で、ほぼ一致し、地形にとらわれた内部陸棚波としての性格を有することが理解できる。なお、図で示した 6 月 20 日の 150m 層における ADCP による流速の分布から、この付近が時計回りであることが確認されている。

3.4) 魚群探知機による魚群反応

魚群反応は、これまで本報告会と同様に、日中は海底付近もしくは 200m 付近に多く出現した。また、夜間になると表層の 50m 付近に上昇する日周行動が観測された。魚群反応の平面分布を図 4 に示す。図では、図 3 に示した σt 26.5 面の水深と σt 24.7 面の水深分布を示す。また、パラメータとして日中、夜間の区別を示した。どちらの面でも収束渦の暖水渦に魚群反応が強く認められる。この魚群反応に現れた魚群は、過去においてキュウリエソ、オキアミ類が主体であることが報告されている。(沖山 1971)

4. まとめ

以上のように、若狭湾湾口部で5日間程度の周期、空間規模が若狭湾程度、波高も短周期を重ねると 20m 程度と水深の 1.5 割程度に達する内部派の存在が確認された。またその挙動は、生物の行動に直接関係があるように示唆された。この短周期性は、JODC が進めているデータベースでは把握できないものである。

水産生物は、稚魚期の減耗をいかに小さくさせるかが課題であり、そのために餌の供給量や環境の変動性の解明が急がれている。現在、財団法人若狭湾エネルギー研究センターで若狭湾モニタリングシステムの開発が進められ、観測ブイの設計が行われている。表面は衛星画像でとらえられるが、鉛直方向の変動は、ブイなど定置式の観測拠点を設けた観測網の建設とその結果としてのデータベースの構築がのぞまれる。

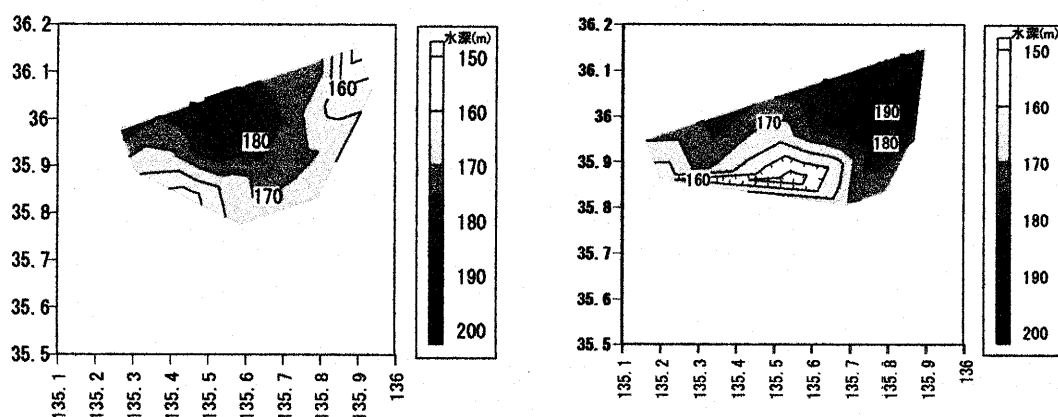


図3 $\sigma_t 26.5$ 等深線の移動の様子

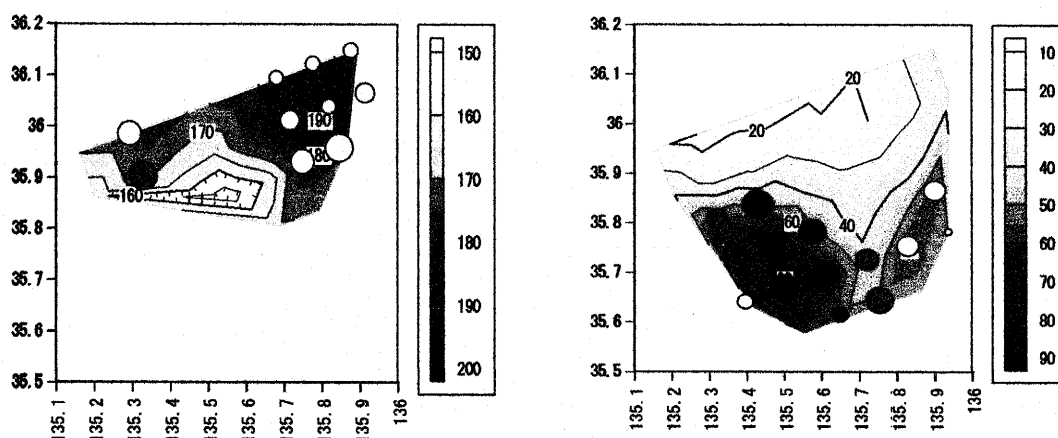


図4 魚群反応位置(左 26.5 面, 右 24.7 面)